

JP 2001345747 A

MULTIBEAM RECEIVING APPARATUS - December 14, 2001

INVENTOR: NAKAGAWA, TAKASHI

ASSIGNEE: NEC CORP

APPLICATION: JP2000166036 - June 2, 2000

IPC: H04B 07/08; H01Q 03/26; H01Q 25/00;
H04B 07/10; H04B 07/26; H04B 01/707

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a mobile communication system whose high quality and large capacity are realized without lowering its channel capacity, increasing its system scale and increasing its costs.

SOLUTION: The apparatus is provided with a plurality of correlators 103 which calculate the correlation of codes of desired wave signals contained in received signals of respective radio reception parts, a plurality of beam forming devices 104 which form one beam from outputs of all the correlators, a detection circuit 106 which senses a reception timing from outputs of a plurality of delay profile parts 105, a plurality of demodulators 111 by which the received signals of all the radio reception parts are demodulated on the basis of the reception timing, a plurality of beam forming devices 112 which form one beam from demodulation outputs of all the radio reception parts, and a control part 114 which weights the respective beam forming devices so as to form a beam.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-345747
(P2001-345747A)

(43) 公開日 平成13年12月14日 (2001. 12. 14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード*(参考)
H 0 4 B	7/08	H 0 4 B 7/08	D 5 J 0 2 1
H 0 1 Q	3/26	H 0 1 Q 3/26	Z 5 K 0 2 2
	25/00	25/00	5 K 0 5 9
H 0 4 B	7/10	H 0 4 B 7/10	A 5 K 0 6 7
	7/26	7/26	B

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-166036 (P2000-166036)

(22) 出願日 平成12年6月2日 (2000. 6. 2)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 中川 貴史

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100064621

弁理士 山川 政樹

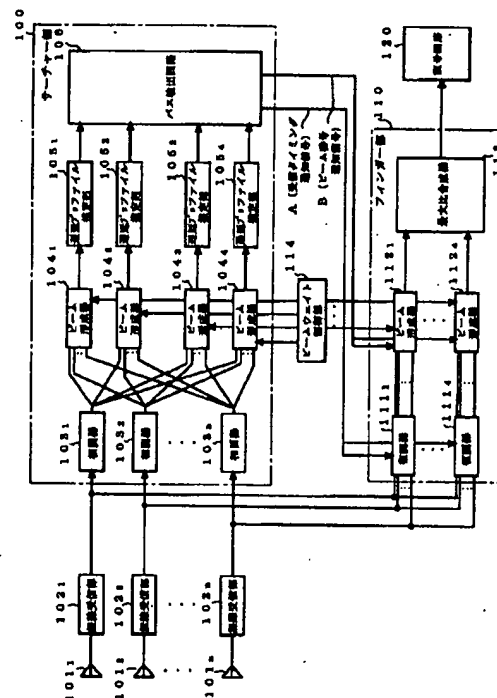
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチビーム受信装置

(57) 【要約】

【課題】 移動体通信システムにおいて、チャネル容量低下、システム規模の増大及びコストの増加を招くことなく高品質化及び大容量化を実現する。

【解決手段】 各無線受信部の受信信号に含まれる所望波信号の符号相関を算出する複数の相関器103、全ての相関器の出力から1つのビームを形成する複数のビーム形成器104、複数の遅延プロファイル部105の出力から受信タイミングを検出する検出回路106、全ての無線受信部の受信信号を受信タイミングに基づき復調する複数の復調器111、全ての無線受信部の復調出力から1つのビームを形成する複数のビーム形成器112、及び各ビーム形成器に対しビームウェイトによる重み付けを行わせてビームを形成させる制御部114を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のアンテナ素子と、

複数のアンテナ素子に各個に接続され各アンテナ素子を介する無線信号を受信する複数の無線受信部と、
 複数の無線受信部に各個に接続され各無線受信部により受信された受信信号に含まれる所望波信号の符号相関を算出する複数の相関器と、

各々が全ての相関器に接続され各相関器の出力を入力して1つのビームを形成する複数の第1のビーム形成器と、

複数の第1のビーム形成器の出力を各個に入力して遅延プロファイルを生成する複数の遅延プロファイル部と、
 複数の第1のビーム形成器により各個に形成される各ビームからなるマルチパスの受信タイミングを複数の遅延プロファイル部の出力に基づいて検出する検出部と、
 各々が全ての無線受信部に接続され各無線受信部により受信された受信信号を前記検出部からの受信タイミングに基づき復調する複数の復調器と、

複数の復調器に各個に接続され復調器により復調された全ての無線受信部の受信出力を入力して1つのビームを形成する複数の第2のビーム形成器と、

複数の第2のビーム形成器の各出力に重み付けを行って合成する合成器と、

複数の第1のビーム形成器に対し、各相関器からの出力にビームウェイトによる重み付けを行わせてビームを形成させるとともに、複数の第2のビーム形成器に対し、前記復調器の出力にビームウェイトによる重み付けを行わせてビームを形成させるビームウェイト制御部とを備えたことを特徴とするマルチビーム受信装置。

【請求項2】 請求項1において、

複数の無線受信部の受信出力の位相及び振幅を含む変動量のばらつきを補正するためのキャリブレーション係数を所定周期で算出して前記ビームウェイト制御部へ通知するキャリブレーション装置を設け、前記ビームウェイト制御部は、通知されたキャリブレーション係数に基づき前記ビームウェイトを更新することを特徴とするマルチビーム受信装置。

【請求項3】 請求項1において、

前記第1のビーム形成器は、各相関器毎に算出された各所望波信号の符号相関値に対してそれぞれ前記ビームウェイト制御部により算出された該当のビームウェイトを乗算し、これらの乗算結果を加算合成してビームを形成するとともに、

前記第2のビーム形成器は、復調器から出力される全ての無線受信部の受信信号の復調値に対しそれぞれ前記ビームウェイト制御部により算出された該当のビームウェイトを乗算し、これらの乗算結果を加算合成してビームを形成することを特徴とするマルチビーム受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、直接拡散CDMA方式を用いた移動体通信システム内の基地局に関し、特に移動局からの無線信号を受信する前記基地局内のマルチビーム受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図6は、従来のセクタアンテナを用いたCDMA方式移動体通信システムの基地局における1ユーザ分の無線信号を受信するセクタ受信装置のブロック図である。図6を用いて従来の移動体通信システムの動作を説明する。通常、1ユーザ分に相当する1セクタの無線信号を受信する場合は図6に示す2本のアンテナ501₁、501₂を用いたダイバーシティ受信を行う。こうした各アンテナ501₁、501₂により受信された信号は無線受信部502₁、502₂においてそれぞれ中間周波数に周波数変換された後、自動利得増幅器で増幅される。そして、各無線受信部502₁、502₂においてさらにI/Qチャネルのベースバンド信号に直交検波された後、A/D変換器によりデジタル信号に変換される。各無線受信部502₁、502₂の出力はサーチ部500とフィンガー部510とに送られる。

【0003】サーチ部500ではまず相関器503₁、503₂において受信信号に含まれる所望波信号の符号相関を算出し、その算出結果に基づき遅延プロファイル推定部504₁、504₂において遅延プロファイルを生成する。パス検出回路505はこの遅延プロファイルからマルチパス信号の受信タイミングを検出して（最大検出数はフィンガー部510が有する復調器511の数）、検出した受信タイミングを受信タイミング通知信号Eとしてフィンガー部510に通知する。

【0004】一方、フィンガー部500は、各無線受信部502₁、502₂から得た信号を、パス検出回路505から出力される受信タイミング通知信号Eとアンテナ番号通知信号Fを用いて逆拡散を行う。即ち、アンテナ番号通知信号Fによりアンテナを選択して、受信タイミング通知信号Eで通知されたタイミングで各パスの逆拡散を行う。逆拡散後の信号は、最大比合成器512で合成されて復号回路520に送られる。

【0005】このような移動体通信システム内の基地局のアンテナ501₁、501₂として図7に示すセクタアンテナが用いられている。このセクタアンテナは、360度の全周（セル）を複数のセクタに分割したとき各セクタを担当するアンテナであり、前述したように2本のアンテナ501₁、501₂によるダイバーシティ受信が行われる。このようなセルのセクタ化は、セクタ外の移動局から到来する干渉波を除去することができ、またセクタ外の移動局に対する干渉を減らすことができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、セルを複数のセクタに分割した場合、図7に示すように、同一

10

20

30

40

50

セクタ内の他のユーザの移動局602からの到来波が移動局601の希望波に対する干渉波となり、こうした干渉波により無線チャネルの容量の低下を招くとともに、伝送品質が劣化するという問題がある。このため、こうした移動体通信システムにより高品質化及び大容量化を目的としてセクタ数をさらに増加させると、セクタ数の増加に伴いセクタ間のハンドオーバーの回数が増加し、この結果、無線チャネルの容量の減少を引き起こすとともに、セクタ数の増加がそのままアンテナ数や受信器の増加につながり、システムの規模が増大しかつコストの増加を招くという問題が生じる。

【0007】したがって、本発明は、移動体通信システムにおいて無線チャネルの容量低下を招くことなく、かつ規模の増大及びコストの増加を招くことなく高品質化及び大容量化を可能にすることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するために本発明は、複数のアンテナ素子と、複数のアンテナ素子に各個に接続され各アンテナ素子を介する無線信号を受信する複数の無線受信部と、複数の無線受信部に各個に接続され各無線受信部により受信された受信信号に含まれる所望波信号の符号相関を算出する複数の相関器と、各々が全ての相関器に接続され各相関器の出力を入力して1つのビームを形成する複数の第1のビーム形成器と、複数の第1のビーム形成器の出力を各個に入力して遅延プロファイルを生成する複数の遅延プロファイル部と、複数の第1のビーム形成器により各個に形成される各ビームからなるマルチパスの受信タイミングを複数の遅延プロファイル部の出力に基づいて検出する検出部と、各々が全ての無線受信部に接続され各無線受信部により受信された受信信号を検出部からの受信タイミングに基づき復調する複数の復調器と、複数の復調器に各個に接続され復調器により復調された全ての無線受信部の受信出力を入力して1つのビームを形成する複数の第2のビーム形成器と、複数の第2のビーム形成器の各出力に重み付けを行って合成する合成器と、複数の第1のビーム形成器に対し、各相関器からの出力にビームウェイトによる重み付けを行わせてビームを形成させるとともに、複数の第2のビーム形成器に対し、復調器の出力にビームウェイトによる重み付けを行わせてビームを形成させるビームウェイト制御部とを備えたものである。

【0009】また、複数の無線受信部の受信出力の位相及び振幅を含む変動量のばらつきを補正するためのキャリブレーション係数を所定周期で算出してビームウェイト制御部へ通知するキャリブレーション装置を設け、ビームウェイト制御部は、通知されたキャリブレーション係数に基づきビームウェイトを更新するものである。また、第1のビーム形成器は、各相関器毎に算出された各所望波信号の符号相関値に対してそれぞれビームウェイト

制御部により算出された該当のビームウェイトを乗算し、これらの乗算結果を加算合成してビームを形成するとともに、第2のビーム形成器は、復調器から出力される全ての無線受信部の受信信号の復調値に対しそれぞれビームウェイト制御部により算出された該当のビームウェイトを乗算し、これらの乗算結果を加算合成してビームを形成するものである。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明について図面を参照して説明する。

(第1の実施の形態)図1は、本発明に係るマルチビーム受信装置の第1の実施の形態を示すブロック図である。本マルチビーム受信装置は、直接拡散CDMA方式を用いた移動体通信システムの受信装置であり、複数のアンテナ素子を有するアレーアンテナを用いて複数のビームを形成するマルチビームシステムを実現するものである。

【0011】本マルチビーム受信装置は固定型マルチビームシステムの受信装置であり、図1では4つのビームを生成する場合の例を示している。図1において、本マルチビーム受信装置は、 n 個のアンテナ素子 $101_1 \sim 101_n$ と、各アンテナ素子 $101_1 \sim 101_n$ からの無線信号(RF信号)をデジタルベースバンド信号に変換する n 個の無線受信部 $102_1 \sim 102_n$ と、各ビーム毎にパスの位置(タイミング)を検出するサーチャ部 100 と、サーチャ部 100 が検出したタイミングで逆拡散を行い最大比合成を行うフィンガー部 110 と、ビームウェイト(複素重み)を設定するビームウェイト制御部 114 とからなる。

【0012】ここで、サーチャ部 100 には、アンテナ素子数 n 個分の相関器 $103_1 \sim 103_n$ と、生成するビーム数分(4個のビーム)のビーム形成器 $104_1 \sim 104_4$ と、ビーム数分の遅延プロファイル推定部 $105_1 \sim 105_4$ と、パス検出回路 106 とが設けられている。一方、フィンガー部 110 には、複数の復調器 $111_1 \sim 111_4$ と、復調器 111 の個数と同数のビーム形成器 $112_1 \sim 112_4$ と、最大比合成器 113 とが設けられている。

【0013】このように、第1の実施の形態は、従来のセクタアンテナを用いた図6に示す受信装置のサーチャ部及びフィンガー部にそれぞれ、ビーム形成器 $104_1 \sim 104_4$ 及びビーム形成器 $112_1 \sim 112_4$ を設け、サーチャ部 100 のビーム形成器 $104_1 \sim 104_4$ とフィンガー部 110 のビーム形成器 $112_1 \sim 112_4$ の双方に共通に各ビーム形成器のビームウェイトを設定するビームウェイト制御部 114 を設けたものである。この場合、サーチャ部 100 のビーム形成器 104 を、生成するビームの数分設け、かつ1つのビーム形成器 104 に全てのアンテナ素子からの入力信号の相関値が入力されるように構成するとともに、フィンガー

部110のビーム形成器112を、本受信装置が有する復調器111の数と同数分設け、各復調器111の出力を入力するように構成したものである。そして、各ビーム形成器は、入力したI/Q相関値に対してビームウェイト制御部114により設定されるビームウェイトを乗算することでビームを生成するようにしたものである。

【0014】次に、図2はサーチャー部100とフィンガー部110に含まれる各ビーム形成器104、112の構成を示す図である。1つのビーム形成器は、アンテナ素子数n個分の複素積和を行うため、 $(4 \times n)$ 個の乗算器201と、 $(2 \times n)$ 個の加算器202と、さらにn個のI/Q出力をそれぞれ加算合成するアキュムレータ203を2個内蔵する。

【0015】以上のように構成されたマルチビーム受信装置の動作を図1及び図2に基づいて説明する。図1に示すn個のアンテナ素子101₁～101_nで受信されたRF信号は、各アンテナ素子毎にそれぞれ無線受信部102₁～102_nに送られる。各無線受信部102₁～102_nでは、それぞれこれらのRF信号を中間周波数(IF帯)に周波数変換し、かつ図示しない自動利得増幅器で増幅する。さらに、図示しない直交検波器でI/Qチャネルのベースバンド信号に直交検波した後、図示しないA/D変換器でデジタル信号に変換して出力する。

$$w(m, n)$$

$$= \exp \{ j \times 2\pi (m-1)(n-1)/s + j\pi (n-1)/t \} \quad (1)$$

ただし、mはビームナンバ(ビーム形成器の番号)、nはアンテナ素子ナンバ、sはビームの数、tはアンテナ素子の数である。

$$w(m, n)$$

$$= \exp \{ j \times 2\pi (m-1)(n-1)/4 + j\pi (n-1)/4 \} \quad (2)$$

となり、例えばビームナンバが「1」のビーム形成器において、アンテナ素子ナンバが「1」のアンテナ素子側からの信号に掛け合わされるビームウェイト $w(m, n)$ は(2)式のm、nにそれぞれ値「1」を代入して求めることができる。

【0020】このように、各アンテナ素子101₁～101_nの相関値出力に対し、サーチャー部100内のビーム形成器104₁～104₄によりビームウェイトが乗算され、その後これらが合成されることで、各アンテナ素子101₁～101_nの出力間の位相が補正される。これにより、サーチャー部100のビーム形成器104₁～104₄はそれぞれ1個のビームを生成して対応の遅延プロファイル推定部105₁～105₄へ出力することができる。

【0021】図3は、サーチャー部100内の4個のビーム形成器104₁～104₄から各個に出力されるビーム数4のビームパターンの例である。ここで、ビーム形成器104₁から図3に示すビームaが出力され、か

【0016】各無線受信部102₁～102_nの出力は、サーチャー部100とフィンガー部110に送られる。各無線受信部102₁～102_nに対応するサーチャー部100のn個の相関器103₁～103_nは、それぞれ各無線受信部102₁～102_nからの出力信号を受信すると、受信信号に含まれる所望波信号の符号相関値をそれぞれ算出して出力する。この相関器103₁～103_nのn個の出力は各ビーム形成器104₁～104₄に送られ、ビーム形成器104₁～104₄内でそれぞれビームウェイトにより重み付けが行われる。各ビーム形成器104₁～104₄のビームウェイトは、予めビームウェイト制御部114により設定される。

【0017】ここで、図2に基づきサーチャー部100内のビーム形成器104の動作について説明する。図2は1つのビーム形成器の構成を示している。サーチャー部100内のビーム形成器104は、各アンテナ素子101₁～101_n毎に受信され、各相関器103₁～103_n毎に算出された所望波信号の符号相関値に対して、乗算器201と加算器202とを用いて該当のビームウェイト $w(m, n)$ を掛け合わせる。こうして演算された各アンテナ素子101₁～101_n毎の演算結果を、アキュムレータ203へ出力しアキュムレータ203により加算合成を行う。

【0018】ここで、ビームウェイト $w(m, n)$ は、(1)式により算出することができる。即ち、

※【0019】ここで、例えば4個のアンテナ素子を用いて4個のビームを生成する場合、(1)式は、

★つビーム形成器104₂から図3のビームbが出力されているとともに、ビーム形成器104₃から図3のビームcが出力され、さらにビーム形成器104₄から図3のビームdが出力されているものとする。

【0022】サーチャー部100内の各ビーム形成器104₁～104₄から出力されるビームa～dに基づき、遅延プロファイル推定部105₁～105₄は遅延プロファイルを生成してバス検出回路106へ出力する。バス検出回路106は、各ビーム毎の遅延プロファイルから有効なバスを検出してそのタイミングとビーム番号を図1に示す受信タイミング通知信号A及びビーム番号通知信号Bとしてフィンガー部110へ通知する。

【0023】ここで、フィンガー部110は、前述したように複数の復調器111₁～111₄を有し、1個の復調器が1個のバス(受信タイミング)に割り当てられる。1個の復調器には全アンテナ素子101₁～101_nのデジタルベースバンド信号が入力され、タイミング通知信号Aにより通知されたタイミングでこのデジタル

※30

★50

ベースバンド信号の復調が行われる。復調器111_i ~ 111₄の出力はビーム形成器112_i ~ 112₄へ出力されて、ビーム形成器112_i ~ 112₄によりビームウェイトが乗算された後、ビーム形成器112_i ~ 112₄の乗算出力はそれぞれ加算合成される。

【0024】このフィンガー部110の各ビーム形成器112_i ~ 112₄の構成は、図2に示したサーチャ部100のビーム形成器104_i ~ 104₄と同じである。乗算されるビームウェイトは、パス検出回路106から通知された該当パスのビーム番号で前述の(1)式を用いて算出された値を、ビームウェイト制御部114から得る。フィンガー部110のビーム形成器112_i ~ 112₄の加算合成された出力信号は最大比合成器113へ送出され、最大比合成器113内で予め設定された信頼度に基づいて各ビーム形成器112_i ~ 112₄の出力信号に対する重み付けが行われ、さらに重み付けされた各出力信号の合成が行われた後、復号回路120へ送出される。

【0025】このように、本実施の形態は、従来のセクタ内を図5に示すような複数のビームa, b, c, dに分け、前述した図3に示すように或るビームのピーク位置に他のビームのヌル点がくるように重み付けされたものである。即ち、図3において、ビームaのピーク位置a1に他のビームb, c, dのヌル点0が位置し、かつビームbのピーク位置b1に他のビームa, c, dのヌル点rが位置するとともに、ビームcのピーク位置c1に他のビームa, b, dのヌル点pが位置し、さらにビームdのピーク位置d1に他のビームa, b, cのヌル点qが位置するように構成する。これにより、同一セクタ内においても異なるビームで受信した場合には他ユーザーの干渉を除去することが可能になる他、最大受信レベルのビーム方向に向かって送信することで基地局から移動局への送信においても干渉を減らすことが可能になる。このようなマルチビーム受信装置を移動体通信システムに用いることにより、従来の多セクタ化における諸問題が解決され、従来のシステムよりもさらに高品質かつ大容量のシステムを実現することが可能になる。

【0026】(第2の実施の形態)本発明を適用したマルチビームシステムでは、ビームを適応制御する必要はなく、したがってビームウェイト制御部114で設定されるビームウェイトは本来は定数である。しかしながら、一般にアレイアンテナを用いたシステムでは、各無線受信部における位相変動及び振幅変動からなる変動量が、無線受信部の構成要素であるアンパやフィルタ等の素子遅延特性及び振幅特性のばらつきにより個々に異なったり、温度の変動や経年劣化により変化する。このため、第1の実施の形態に示す(1)式から算出されたビームウェイトを定数として用いるだけでは、ビーム形成器から生成されるビームパターンは期待したビームパターンと異なることがある。このため、第2の実施の形態

では、各アンテナ素子に接続される無線受信部の変動量にばらつきが生じた場合でも意図したビームパターンを出力できるようにする。

【0027】図4は本マルチビーム受信装置の第2の実施の形態を示すブロック図である。第2の実施の形態では、図1に示す第1の実施の形態に対し、スペクトル拡散通信に使用する拡散信号と実質的に同一周波数帯域のキャリブレーション信号を無線受信部に102に送出するキャリブレーション装置115を付加したものである。

【0028】キャリブレーション装置115は図4に示すように、全ての無線受信部102_i ~ 102_nに対してキャリブレーション信号Dを送信し、各無線受信部102_i ~ 102_nの出力を入力して比較することにより、アンテナ素子101_i ~ 101_n毎のキャリブレーション係数Cを算出する。そして、算出したキャリブレーション係数Cを或る一定周期(キャリブレーションサイクル)でビームウェイト制御部114に通知する。

【0029】ビームウェイト制御部114は、キャリブレーション装置115により算出されたキャリブレーション係数Cを前述した(1)式で算出される複素重みに乗算してビームウェイトを更新する。ここで、キャリブレーション係数とは、各アンテナ素子101_i ~ 101_nに対応する各無線受信部102_i ~ 102_nの変動量のばらつきを補正する補正值であり、位相情報と振幅情報とを含む複素値である。

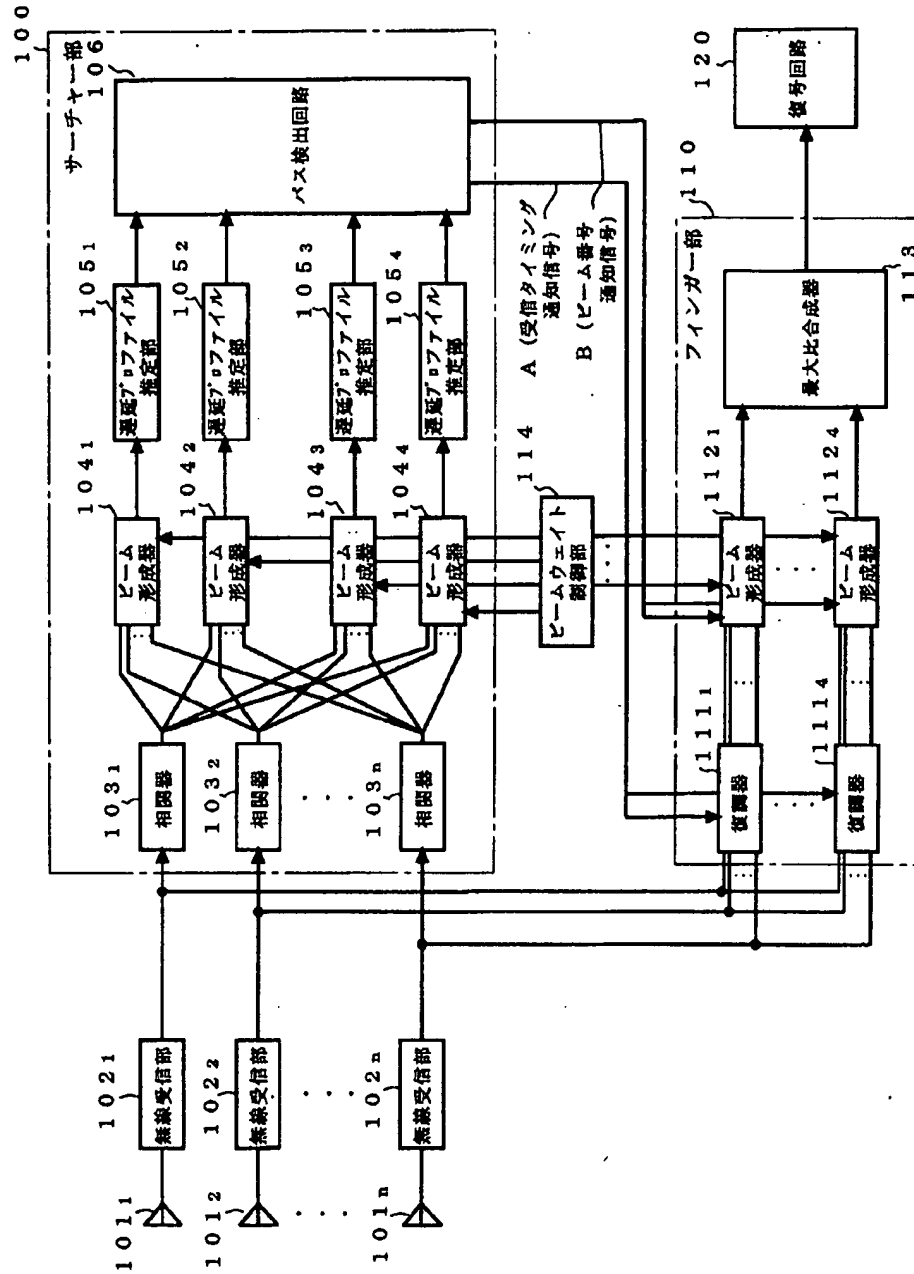
【0030】このように第2の実施の形態では、キャリブレーション装置115が算出した各無線受信部102_i ~ 102_nのキャリブレーション係数を用いてキャリブレーションサイクルごとにビームウェイトを更新するようにしたものである。この結果、無線受信部102のばらつきがビームの形成と同時に補償され、意図したビームを正しく出力することが可能になる。

【0031】以上説明したように本マルチビーム受信装置は、従来のセクタアンテナシステムにおける多セクタ化によって生じる問題点を解決し、高品質かつ大容量のシステムを可能にするとともに、各アンテナ素子に接続され無線信号を受信する各無線受信部の変動量にばらつきが生じた場合でも、そのばらつきを補償して、意図したビームを正しく形成することができる。

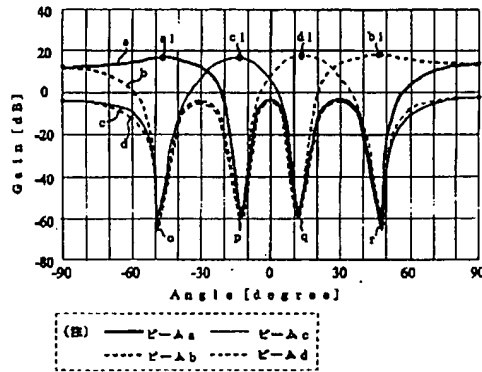
【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、複数の無線受信部により受信された受信信号に含まれる所望波信号の符号相関を算出する複数の相関器と、全ての相関器からの出力を入力して1つのビームを形成する複数の第1のビーム形成器と、複数の第1のビーム形成器により各個に形成される各ビームからなるマルチパスの受信タイミングを複数の遅延プロファイル部の出力に基づいて検出する検出部と、全ての無線受信部の受信信号を前記受信タイミングに基づき復調する複数の復調器

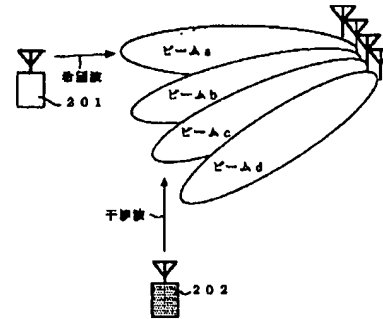
【図1】



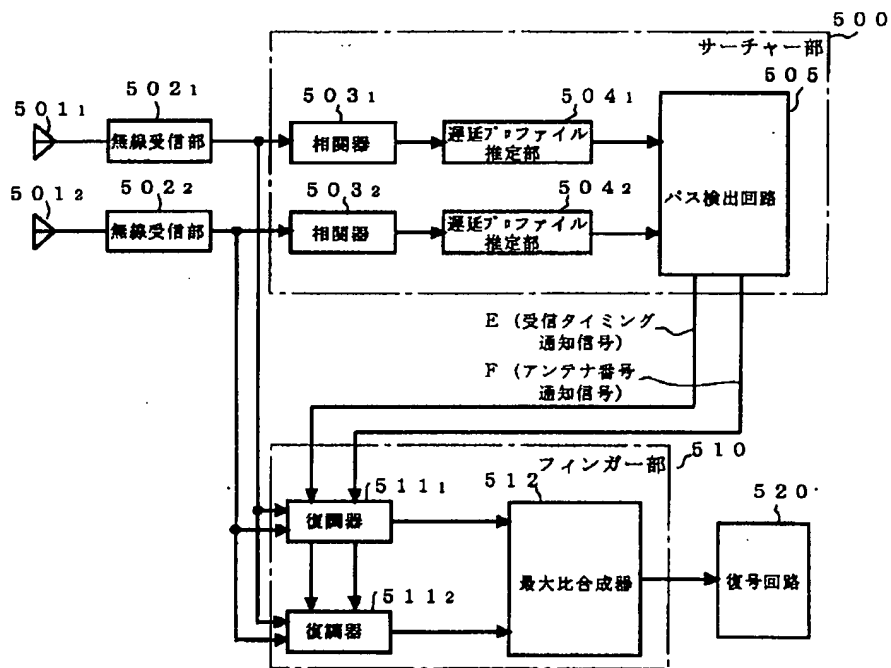
【図3】



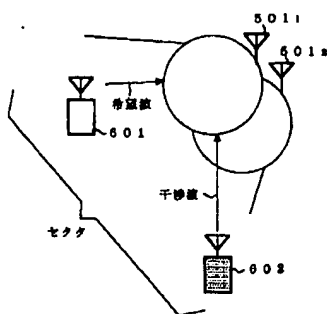
【図5】



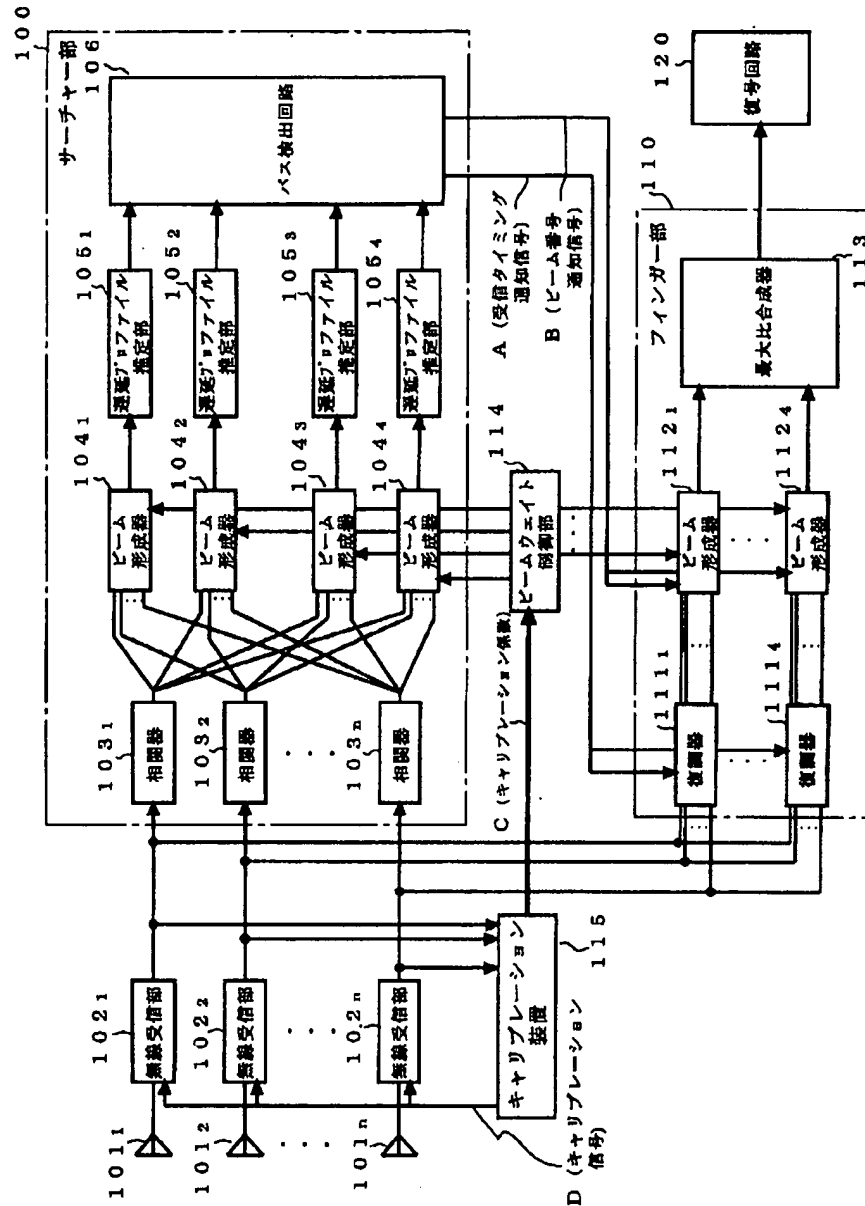
【図6】



【図7】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

H04B 1/707

識別記号

FI

H04J 13/00

テーマト' (参考)

D

Fターム(参考) 5J021 AA05 AA06 CA06 DB02 DB03
EA04 FA09 FA14 FA15 FA16
FA20 FA32 GA02 GA08 HA05
HA10
5K022 EE01 EE34
5K059 CC03 DD32 DD35
5K067 AA03 AA42 CC10 EE02 EE10
KK02 KK03